

# 小学校理科における他者との関わりを重視した授業の実践

## — 社会構成主義の視点からの分析 —

学習開発コース (11220911) 谷 原 一 弥

The purpose of this study is to examine the science lessons in which the interactions among pupils are regarded as important in order to promote their conceptual change. Theories on interactions with others are analyzed from a viewpoint of social constructionism. In the lessons on “How things are heated” for 4th graders, several methods were practiced and assessed. As a result, several aspects have become clear which will be effective for science lessons in regard to the importance of interacting with others.

〔キーワード〕 小学校理科, 素朴概念, 概念変換, 補足的行為, 他者との関わり

### 1 問題の所在と方法

#### (1) 問題の所在および研究の背景

平成 20 年改訂小学校学習指導要領解説理科編では、「科学的な概念の理解など基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着を図る観点から、『エネルギー』、『粒子』、『生命』、『地球』などの科学の基本的な見方や概念を柱として、子どもたちの発達の段階を踏まえ、小・中・高等学校を通じた理科の内容の構造化を図る」とされている。また、「子どもの科学的な見方や考え方が一層深まるように、観察・実験の結果を整理し考察し表現する学習活動を重視する」とされている。これらは、子どもがあらかじめ持っている素朴な概念を科学的な概念に変換させる必要があること、また、その過程で観察・実験の結果について整理し考察したことを表現する学習活動の重要性を示している。

しかし、実際の理科の授業においては、これらの目標を達成することは簡単なことではない。例えば、赤木ら(1998)は、子どもの重力に対する感覚が理科学習に及ぼす影響を調査している。その結果、子どもが持っている重力についての素朴な概念が、課題解決に大きな影響を与えていることを示していた。また、ある学年で学習効果が認められても、学年が進むにつれて学習前の考え方に戻っていることを明らかにするとともに、子どもの概念を変換させることが容易ではないとし、授業改善の必要性を述べている。

筆者のこれまでの研究では、理科における子どもの素朴概念と概念変換について、論理的に明らかにするため、素朴概念とその変換に関わる先行

研究の結果を調査し、整理した。また、概念変換をうながす授業のための課題を明確にするため、子どもの概念や、特徴的な考え方に着目して、教職専門実習Ⅱにおいて小学校第 6 学年理科の単元「てこのはたらき」の授業を実践し、分析した。その結果、「てこのはたらき」に関する子どもの素朴概念（力点と作用点が両端にあり、支点が中にあるものを「てこ」とする素朴概念）や、子どもの思考の特徴（知覚の焦点を限定した思考）など、理科における子どもの概念変換を目指した授業のための基礎的な情報を得ることができた。しかし、子どもの素朴概念は変換しなかった。そこで、概念変換をうながす授業について、改めて考えることが必要になった。ヒューソンら(1989)は、概念変換を起こす四つの条件を示しているが、これらの条件を満たし、子どもの概念を変換させる授業は確立されていない。

そこで、本研究では、一つの手立てとして、既存の概念に対して不満を持ち、新しい概念について理解するために、子どもが他者と関わることを重視した理科授業について検討することとし、次の目的を設定した。

#### (2) 研究の目的

本研究では、まず、他者との関わりが学習にどのような影響を与えるのかを理論的に明らかにする。また、概念変換を引き起こす可能性のある他者との関わりがどのようなものかを明らかにする。そして、小学校理科において概念変換をうながすための他者との関わりを重視した授業を提案し、実践することである。

### (3) 研究の方法

以下の方法で研究及び実践を行った。

- ①素朴概念や概念変換過程の先行研究の整理
- ②概念変換をうながすための手立てとして他者との関わりについての先行研究の検討
  - a) 社会構成主義
  - b) 意味の関係性理論, 補足的行為
  - c) 対話に着目した概念変換の先行研究
- ③小学校理科授業における, 他者との関わりを分析する視点の提案
- ④単元「もののあたたまり方」についての先行研究と調査報告の分析
- ⑤授業の実践
  - 時期: 平成 24 年 10 月 30 日～11 月 2 日
  - 対象: A 小学校第 4 学年 (1 クラス・29 名)
- ⑥⑤の授業の分析と考察
- ⑦他者との関わりを重視した授業の在り方についての考察

## 2 先行研究の検討

素朴概念や, 概念変換の過程についての先行研究について整理する。また, 他者との関わりについての基礎理論として, 社会構成主義の考え方について明らかにし, 特に対話に着目した概念変換過程の研究についてまとめた。

### (1) 素朴概念とは

堀(1998)は, 素朴概念を「子どもの学習前や学習後にもっている科学的に精緻化されていない知識, 概念, 見方, 考えおよび考え方」としている。

### (2) 概念変換を起こすための条件

ヒューソンらは概念が変換する条件として以下の四つをあげている。

- ①学習者が保持する既存の概念に対して不満 (Dissatisfaction) をもたせる。
- ②学習者にとって新しい概念がわかりやすく (Intelligible) なければならない。
- ③新しい概念はまことしやか (Plausible) に見えなくてはならない。
- ④新しい概念は実り多い (Fruitful) 可能性を示唆しなければならない。

### (3) 社会構成主義とは

社会構成主義は, 「頭の中の知識」という観念を否定し, 知識が共同関係の産物であることを主張する立場である。

ガーゲン(2004)は, 「理解することは, ある反

復的な関係性のパターンに参加すること」, 「何らかの関係性を維持することによってのみ, われわれは意味を理解することができる」と述べ, 「頭の中での意味づけ」を否定し, 「意味は関係性の中で生まれる」としている。

### (4) 意味の関係性理論

ガーゲン(2004)は, 意味の関係性理論の基本的前提として次の七つを挙げている。

- ①個人の発話それ自体は, 意味をもたない
- ②意味の潜在力は, 他者の行為によって引きだされる
- ③意味は, 他者の行為によって創造されるし, また, 制限もされる
- ④いかなる補足的行為 (あるいは, 行為—補足関係) も, さらなる補足の対象となる
- ⑤意味は, 補足の連鎖によって絶え間なく再構成される
- ⑥関係性が調整され (秩序づけられ) てはじめて, 存在論 (何が存在するか) も確立する
- ⑦コンセンサスが形成されると, 理解だけでなく理解の失敗の基礎も形成される

### (5) 補足的行為

ガーゲン(2004)は, 個々の発話は, 言語その他の補足的な行為が付け加えられることによって意味を獲得するとし, 言語その他の補足的な行為を補足的行為としている。「それはあれではなくてこれを意味するとか, 他の行為ではなくてその行為を期待しているとか, ほかならぬこの要求をしている」, ということが補足的行為によってわかると述べている。

### (6) 対話に着目した概念変換過程の研究

Berkowitz & Gibbs が相互作用のある対話 (TD: transactive discussion) に焦点を定め, 同性ペア (大学生) の道徳ジレンマ課題の討論における TD の質的分析を行い, 二者によって知識が協同的に作り上げられていく相互作用状況を浮き彫りにした。そして, 討論過程における相互作用の変化を引き起こす重要な要因は, 他者の考えを引き出し単に表象する「表象的トランザクション (representational transaction)」ではなく, 互いの考えを変形させ認知的に操作する「操作的トランザクション (operational transaction)」の対話の生成であることを見出した。このことから, 高垣(2006)は, 「TD の質的分析」の枠組みは, 大学生どうしのペアリング場面に限らず, 小学生の

複数の成員から成る理科の協同学習の場面においても、「相互作用の中でどのような内容の認知的操作が行われているのか、その結果認知過程の変容にどのような影響がもたらされたか」といった状況を解明する、重要な手掛かりになるとし、素朴概念を、より科学的な概念へと変容させることができた授業の議論過程で、いかなる概念変化が生じ、その背景にいかなる要因が深く関与しているのかを、表 1 を用いて発話事例の解釈的分析を行い検討している。そして、小集団の構成メンバー間が、相互に能動的なかわりをもつ相互作用過程において、「他者を変化させる（other-transform）方向性の操作的 TD の発話」、または、「自己を変化させる（self-transform）方向性の操作的 TD の発話」が生成された場合に概念変換が引き起こされる可能性を示唆した。

表 1. TD の発話カテゴリと分類基準

カテゴリ	分類基準	
表象的 トラン ザク シ ョ ン	フィードバックの要請	提示された課題や発話内容に対して、コメントを求める。
	正当化の要請	主張内容に対して、正当化する理由を求める。
	主張	自分の意見や解釈を提示する。
	言い換え	自己の主張や他者の主張と、同じ内容を繰り返して述べる。
操作的 トラン ザク シ ョ ン	併置	自己の主張や他者の主張を、並列的に述べる。
	比較的批判	自己の主張が他者の主張と相容れない理由を述べながら、反論する。
	矛盾	他者の主張の矛盾点を、根拠を明らかにしながら指摘する。
	精緻化	自己の主張や他者の主張に、新たな根拠を付け加えて説明し直す。
	統合	自己の主張や他者の主張を理解し、共通基盤の観点から説明し直す。

以上のことから、知識や理解について、関係性に着目する社会構成主義の立場に立って授業を考えること。また、補足的行為の発話に着目した研究で、概念変換を引き起こす可能性と示されている発話のとらえ方は授業の分析に役立つと考えられる。

### 3 実践と結果

本研究では、小学校における第 4 学年理科の単元「もののあたままり方」を題材とし、授業実践を通して子どもの他者との関わりや、子どもの素朴概念について調査し、分析を行った。

#### (1) 単元の内容とその背景

##### ①学習指導要領における内容の考え方

平成 20 年度改訂小学校学習指導要領解説理科編では、第 4 学年の内容の「A 物質・エネルギー」の「(2) 金属、水、空気と温度」に「金属、水及び空気を温めたり冷やしたりして、それらの変化の様子を調べ、金属、水及び空気の性質についての考えをもつことができるようにする」と示されている。本研究の授業実践は、「ア 金属、水及び空気は、温めたり冷やしたりすると、その体積が変わること」にあたる。

この単元は、「粒子」についての基本的な見方や概念を柱とした内容のうちの「粒子のもつエネルギー」にかかわるものであり、中学校第 1 分野「(2) ウ 状態変化」の学習につながるもの」として位置付けられ、金属、水及び空気の性質について興味・関心をもって追究する活動を通して、温度の変化と金属、水及び空気の温まり方や体積の変化とを関係付ける能力を育てるとともに、それらについての理解を図り、金属、水及び空気の性質についての見方や考え方をもちることができるようにすることがねらいとされている。

##### ②単元「もののあたままり方」の調査報告

高野ら(1991)は、子どもの粒子概念の形成と理解の実態を明らかにするため、「空気の温度による体積変化」に関わる粒子概念について、小学校第 4 学年から大学生を対象に実態調査を行っている。この調査は、「空気の膨張」と「空気の収縮」について子どもがどのように認識しているのかを、次の三つの視点から調べたものである。

- 1) 空気の膨張あるいは空気の収縮によって生じる現象を、子どもがどのようにして説明するのか

2)それらの現象を、粒子的にはどのようにとらえているのか

3)空気の膨張や空気の収縮にともない、質量が保存されているか

調査の結果、小学校第4学年の子どもの約35%は、「空気は温められると上昇する」という考え方をしていること、約55%は「極めて非科学的」な考え方をしていることが報告されている。粒子的なとらえ方についても、第4学年の子どもの75%は「空気の粒が温められて上にあがっている」と考え、10%は「空気の粒が増えている」と考えていることが報告されている。質量の保存については、第4学年の子どもの約40%が「質量減少型」、約35%が「質量保存型」、約20%が「質量増加型」であったと報告されている。また、第4学年の子どもの40%前後が閉鎖系として問題の場面を考えることができていないと指摘されている。

## (2) 実践した授業の概要

第4学年の単元「もののあたたまり方」のうち3時間の実践を行った。単元の概要を表2に示す。また、授業の概要を表3に示す。なお、この授業は、教職専門実習Ⅲにおいて行なった単元全8時間（計画）の3時間である。

表 2. 単元の概要 単元「もののあたたまり方」

内容	実践した授業
空気の膨張・収縮	3時間（表3）
水の膨張・収縮	
金属の膨張・収縮	

授業では、子どもが他者と関わるために、まず、現象について自分の考えをもたせることに配慮した。そして、他者との関わりとして、他者の考えを聞き、理解する活動として、自分の考えを説明したり、他者の考えを聞いたりする活動を計画した。

## (3) 実践した授業の結果

1 時間目に授業者の演示実験を見せた後、丸底フラスコの口に石けん水をつけ、丸底フラスコを手で温める実験を行った。授業中に子どもが書いたフラスコの中の空気の様子のイメージ図についてまとめたものを表4に示す。「巨視的な見方」とした子どもの考えを図1に示す。また、「粒子的な見方」とした子どもの考えを図2に示す。

2 時間目の授業では、「あたためられた空気が上に行く考え方」、「体温が空気を押す考え方」の二つに子どもの考え方を整理し、それぞれの考え方について話し合った。その場面における子どもの発話を表5に示す。

表 4. 空気を温めたときの子どもの考え

子どもの考え	人数
巨視的な見方	14
ふくらむ	2
空気が上に移動する	12
粒子的な見方	14
空気の粒が上に移動する	12
体温が空気を押す	2
空気を擬人化した見方	1
あたためられると逃げる	1

表 3. 授業の概要 単元「もののあたたまり方」

時間	主な学習活動	子どもが他者と関わるために配慮した点
1	フラスコを温めるとフラスコの口に付けた石けん水が膨らむ様子を観察し、どうして石けん水が膨らんだのかについて考える。	フラスコの中の空気の様子をイメージ図に表し、現象について自分の考えをもつ。
2	フラスコを温めたときのフラスコの中の空気の様子について討論し、自分の考えを持つ。	現象についての他人の考えを聞き、理解する。
3	フラスコを温めたときのフラスコの中の空気の様子について討論する。 自分の考えを確かめるための実験を計画する。	

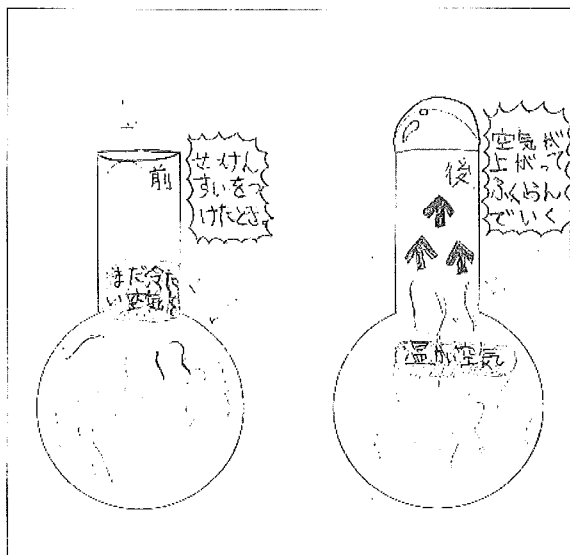


図 1. 子どもの空気の巨視的な見方

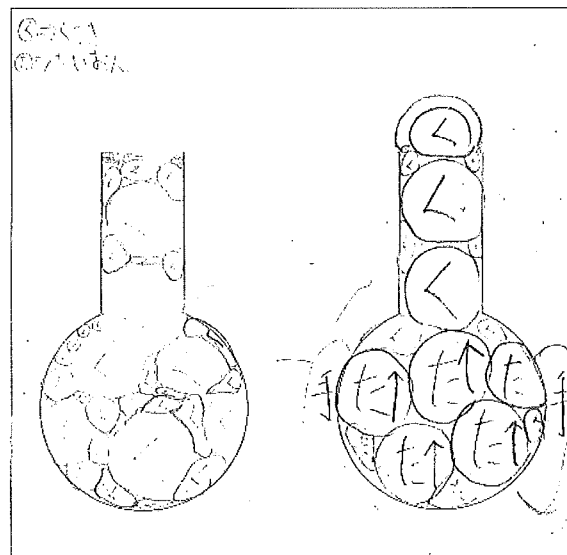


図 3. 子どもの体温が空気を押す考え方

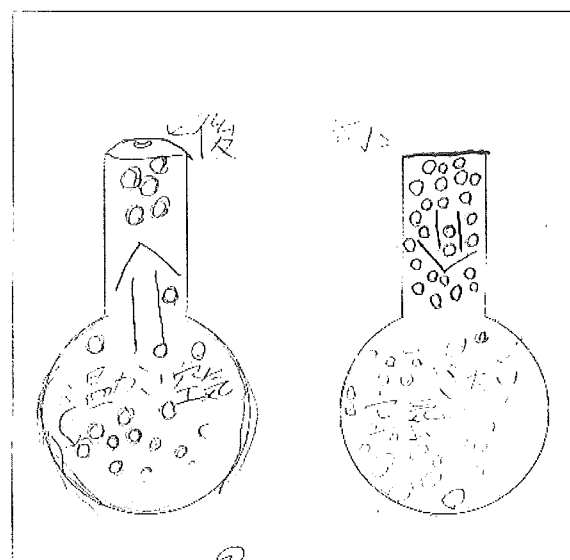


図 2. 子どもの空気の粒子的な見方

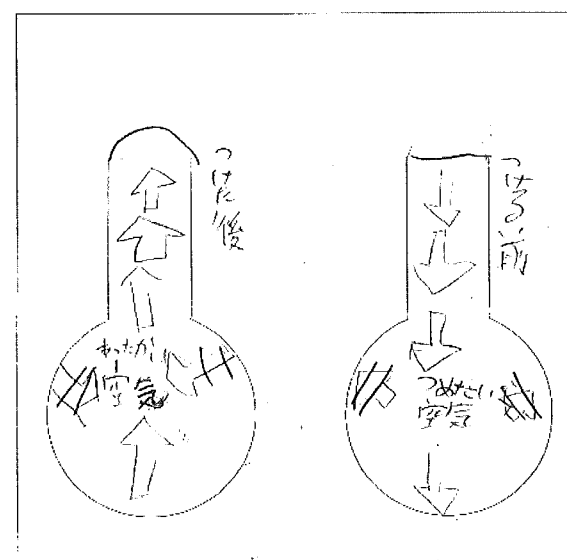


図 4. C1の空気が上に移動するという考え

表 5. 授業で見られた他者との関わり

C6	ぼくの場合は、こうやって手で温めると、(フラスコの丸くなった部分を示しながら)ここにある空気が、上に行って、ふくらむんだと思います。	<比較的批判> C6 うーん。じゃあ、ちょっと薄い？ちょっと残ってるのかもしれない。
	<主張> 中略	<主張> C2 あ、体温が空気を押すってなんですか？
T	なるほど。ということは、しゃぼん液がふくらんでる時は、下の部分の空気は上に行ってしまうって、ないってこと？	<正当化の要請> C4 フラスコの中には空気があるんだけど、こうやって手で温めたら、この手のところに体温ができるから、体温はあたたかいから、上に行こうとして空気を押してしゃぼん玉がふくらむと思います。
	<フィードバックの要請> C6 うーん・・・ないかもしれない。	<主張> C1 わかる、わかる。
	<主張> C7 え？空気ってどこにでもあるから、なくなっていくのは変だと思う。	

	〈主張〉
T	体温が空気を押し上げるということは、もともと、空気があったところに体温がきて・・・空気は押しのけられて・・・ここ（フラスコの下部）には空気はもうないの？
	〈フィードバックの要請〉
C1	いや、違う。体温は空気になるから大丈夫。
	〈精緻化〉
C4	そう、そう。
	〈主張〉
C2	え、でもさあ、体温が空気に変わるんだったら、（普段の）ぼくらの体温がなくなるんじゃないの？
	〈矛盾〉
C1	あ、そうか・・・これはダメだ。
	〈主張〉
C4	でも・・・でも・・・体温はなくならないと思う。C2は体温あるじゃん。
	〈比較的批判〉
T	うん。そう。だから、体温はなくなっていないから、体温が空気になるのは変だよって意見だったんじゃないかな。
	〈言い換え〉
C2	そういうこと。
	〈主張〉
	中略
C5	私の考えは、あたためるとフラスコの中が、もっとパンパンになって、しゃぼん玉がふくらむと思います。
	〈主張〉
C4	どうして、パンパンになるんですか。
	〈正当化の要請〉
C5	あたためられたから。
	〈主張〉
C4	なんで、あたためられたらパンパンになるの・・・
	〈正当化の要請〉
C5	いや、だってさあ・・・あたためられるとパンパンになるよ。でも、（フラスコのガラスの部分を示しながら）横とか下とかは、これ以上行けないから、上に行って（しゃぼん液が）ふくらむ。
	〈精緻化〉

#### 4 考察

##### (1) 授業で見られた操作的トランザクション

「空気が上に移動する」という子どもの考え方について話し合っている場面では、C7の「え？空気がどこにでもあるから、なくなるっていうのは変だと思う」と、自己の主張が他者の主張と相容れない理由を述べながら、反論する、「比較的批判」の操作的トランザクションが見られた。

また、「体温が空気を押す」という子どもの考え方（図3）について話し合っている場面では、授業者が、「体温が空気を押し上げるということは、もともと、空気があったところに体温がきて・・・空気は押しのけられて・・・ここ（フラスコの下部）には空気はもうないの？」と、概念の適用範囲を自覚化させようとして発言している。それに対して、C1の、「いや、違う。体温は空気になるから大丈夫」と、自己の主張や他者の主張に、新たな根拠をつけ加えて説明し直す、「精緻化」の操作的トランザクションが見られた。そして、C2の、「え、でもさあ、体温が空気に変わるんだったら、（普段の）ぼくらの体温がなくなるんじゃないの？」と、他者の主張の矛盾点を、根拠を明らかにしながら指摘する、「矛盾」の操作的トランザクションが見られた。

さらに、「空気はあたためるとパンパンになる」という子どもの考え方について話し合っている場面では、C5の「いや、だってさあ・・・あたためられるとパンパンになるよ。でも、（フラスコのガラスの部分を示しながら）横とか下とかは、これ以上行けないから、上に行ってふくらむ」と、自己の主張や他者の主張に、新たな根拠をつけ加えて説明し直す、「精緻化」の操作的トランザクションが見られた。

このような場面は、子どもの素朴概念を科学的な概念へと変換させるために有効とされている子ども同士の相互作用ではある。しかし、C7の「え？空気がどこにでもあるから、なくなるっていうのは変だと思う」というのは、非科学的な考えを指摘されたにすぎない。また、C1の「いや、違う。体温は空気になるから大丈夫」というのは、間違った概念へと精緻化している。さらに、C2の「え、でもさあ、体温が空気に変わるんだったら、（普段の）ぼくらの体温がなくなるんじゃないの？」というのも、矛盾した考えについて指摘されたにすぎない。「あ、そうか・・・これはダメだ」と言っ

たC1は図4に示すような別の巨視的な考えに移行した。しかし、「体温が空気を押す」という考えは修正されたが、「空気が上に移動する」考え方になっており、これらの場面での関わりは、子どもの素朴概念が、科学的な概念へ近づくきっかけにはなっていないと言える。

#### (2) 既習の学習内容に基づいた考え方

「空気が上に移動する」という子どもの考え方について話し合っている場面では、授業者が、「なるほど。ということは、しゃぼん液がふくらんでいる時は、下の部分の空気は上に行ってしまうって、ないってこと？」と、概念の適用範囲を自覚化させようとして発言している。それに「うーん・・・ないかもしれない」と答えたC6に対して、C7が「え？空気ってどこにでもあるから、なくなるっていうのは変だと思う」と、自己の主張が他者の主張と相容れない理由を述べながら、反論する、「比較的批判」をしているが、これは、この単元「もののあたたまり方」を学習する以前に「空気と水の性質」について学習したことをもとに発言していると考えられる。「空気と水の性質」についての学習では、まず「空気は目に見えないが、身の回りにある」ということを学習している。また、単元「もののあたたまり方」の最初にも、蓋をしたフラスコの中には空気があることを確認している。一方、子どもの考えの説明に空気の重さという視点がなかった。第3学年の内容の「物と重さ」には、「粘土などを使い、物の重さや体積を調べ、物の性質についての考えをもつことができるようにする」がある。これは、第4学年の子どもの物質観の基礎になっていると考えられるが、授業中ではこれらに基づいて考えている様子は見られなかった。

既習の学習内容に基づいて考えさせるために、既習の学習内容に基づいて考えた子どもの発言を取り上げ積極的に価値づける必要があった。また、授業者から、既習の学習内容を生かして考えられる場面を提示する必要があった。例えば、「空気が上に行く」という考え方には、フラスコ全体の重さを調べることができるような配慮を行うことが挙げられる。

#### (3) 理解の失敗

「体温が空気を押す考え方」について、話し合うなかで、C4は、「手で温めると上に行きたがる『た』(体温の意味)と『た』におされる『く』(空

気の意味)によってしゃぼん玉ができる。」とノートにまとめ、授業でも、非科学的な「体温」の考え方を主張した。そして、「いや、違う。体温は空気になるから大丈夫」という、補足的行為によって、「体温」の性質として、「空気に変わる」というものが付け加えられ、「身体から出て、後に空気に変わる体温」という意味が作られていった。

これらの様子は、ガーゲン(2004)が、意味の関係性理論の基本的前提のなかで、補足的行為が行われたことによって、「これを意味するものとしたがゆえに、あれを意味することができなくなる」という「理解の失敗」であると考えられる。

#### (4) 授業で見られた他者との関わり

授業では、子どもが他者と関わるために、現象について自分の考えをもたせるとともに、他者の考えを聞き、理解する活動として、自分の考えを説明したり、他者の考えを聞いたりする活動を計画していた。また、子どもの書いたイメージ図などからは、ほぼすべての子どもが自分の考えを書き、自分の考えをもっているように見えた。そして、子どもが自分の考えについて話す時、実物投影機を用いてテレビにイメージ図を映し出したことで、他の子どもの考えを理解する手掛かりになった。しかし、授業中の他者との関わりの様子は、上に示した表5のように、他者の考えを引き出し単に表象する「表象的トランザクション(representational transaction)」が中心で、相互作用の変化を引き起こす重要な要因とされている、互いの考えを変形させ認知的に操作する「操作的トランザクション(operational transaction)」は非常に少なかった。

よって、授業で見られた子どもの関わりは、概念変換をうながす効果が少なかったと考えられる。このことから、操作的トランザクションが生まれるようにするための指導方策が必要であると考えられる。

## 5 到達点と課題

### (1) 研究の到達点

先行研究により、素朴概念と概念変換の過程、他者との関わりに関する基礎理論である社会構成主義の考え方および、対話に着目した概念変換過程について明らかにすることができた。また、小学校第4学年における理科の授業実践を通して、子どもの関わりの様子を明らかにすることができ

た。さらに、子どもの素朴概念を科学的な概念へと変換させるために有効とされている、子ども同士の相互作用を体験させることができた。

## (2) 課題

本研究より、次の課題が明らかとなった。

### ①発言の意欲が低下する可能性

最後まで、「体温が空気を押す」という考え方をした子ども(C4)は、「なんで、ぼくの考えばかり・・・」と漏らしていた。これは、C4の「体温が空気を押す」という考えに他の子どもから批判が集中したためである。これは、自分の考え方を否定された子どもの発言の意欲が低下するおそれがあったと言える。また、「自分も自分の考え方を否定されたくない」とか、「自分の考え方を話したくない」というような、関わりの様子を見ている他の子どもにとっても、発言の意欲が低下するおそれがあったと言える。よって、発言の意欲が低下しないような授業者の指導が必要である。

### ②他者との関わりを重視した理科授業の実践

本研究における小学校での実践では、子どもを科学的な概念へと近づける他者との関わりを、理科授業の場面にうまく導入することができなかった。この原因は、他者との関わりの場面として、学級全体で行う話し合いのような場面だけを想定した授業を行っていたことにある。学級全体での関わりには、子どもたちだけではうまく関わることはできない場合、授業者が子どもの関わりを調整することができること、また、子どもたちだけでは科学的な概念に近づけない場合、科学的な考え方を提示したりできることが利点であると考えたからである。しかし、子どもの関わりを調整し、科学的な概念へと近づくような他者との関わりをさせることは、容易なことではなかった。

学級経営や、学級の子どもの人間関係など、他者との関わりを重視した授業を行うための環境を考慮するとともに、グループで実験を行っている場面など、子ども同士の関わりを十分に考慮した、他者との関わりを重視した理科授業を改めて提案し、実践することが課題である。

## 注

- 1)本研究では、他者との関わりを、子ども同士の関わりと、子どもと授業者の関わりとした。

## 引用・参考文献

- 赤木達郎・井倉宏輔・石田靖弘・進藤公夫「子どもの重力に対する感覚が理科学習に及ぼす影響 ―領域横断的実態調査を通して―」、『日本科学教育学会研究報告』、日本科学教育学会研究会事務局編、Vol. 13, No. 3, pp. 5-8, 1998
- 堀哲夫「子どもの素朴概念」, 日本理科教育学会編, 『キーワードから探る これからの理科教育』, 東洋館出版, pp. 206-211, 1998
- Kenneth Gergen (東村知子訳)『あなたへの社会構成主義』, ナカニシヤ出版, 2004
- Kenneth J. Gergen (永田素彦・深尾誠訳)『社会構成主義の理論と実践 関係性が現実を作る』, ナカニシヤ出版, 2004
- 文部科学省『小学校学習指導要領解説 理科編 (平成20年)』, 大日本図書, 2008
- 森本信也・甲斐初美・森藤義孝「理科授業における学習者の科学概念変換に関する一考察 ―中学生の進化に関わる概念変換を事例にして―」, 『日本理科教育学会研究紀要』, 日本理科教育学会編, Vol. 47, No. 2, 2006
- Roger Osborne & Peter Freyberg (森本信也・堀哲夫訳)『子ども達はいかに科学理論を構成するか ―理科の学習論―』, 東洋館出版, 1994
- 高垣マユミ「「水のすがたとゆくえ」の発話事例の解釈的分析 ―小集団の議論を通じた概念変化の様相―」, 『科学教育研究』, 日本科学教育学会編, Vol. 30, No. 1, pp. 27-36, 2006
- 高野圭世・堀哲夫・平田邦男「粒子概念の理解に関する研究 ―「空気の温度による体積変化」を事例にして―」, 『日本理科教育学会研究紀要』, 日本理科教育学会編, Vol. 32, No. 2, pp. 91-100, 1991